نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص 1510-1497

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.4, Winter 2020, p. 1497-1510

اثر کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer)

جلیل شفق‌کلوانق[1*]، عادل دلایی‌میلان[2]، سعید زهتاب‌سلماسی[3]، یعقوب راعی[3] و سهیلا دست‌برهان[4]

تاریخ دریافت: 1395/10/13
تاریخ پذیرش: 1397/01/18

شفق‌کلوانق، ج.، دلایی‌میلان، ع.، زهتاب‌سلماسی، س.، راعی، ی. و دست‌برهان، س. 1398. اثر کشت مخلوط افزایشی با زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer). بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (4): 1510-1497.

چکیده

چندکشتی به‌دلیل شباهت ساختاری به اکوسیستم‌های طبیعی از نظر تنوع گونه‌ای و پایداری زیستی، مورد توجه اکولوژیست‌ها قرار گرفته و موجب افزایش تولید، حفظ حاصلخیزی و کنترل فرسایش خاک و بهره‌برداری بهینه از منابع محیطی موجود می‌شود. از این‌رو، به‌منظور ارزیابی اثر کشت مخلوط بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) بر کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد بالنگوی شهری، آزمایشی در سال زراعی 93-1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کنترل کامل (a_1) و عدم کنترل علف‌های هرز (a_2) به‌عنوان فاکتور اول و سیستم‌های مختلف کشت شامل کشت خالص بالنگوی شهری (b_1)، کشت خالص زیره سبز (b_2) و کشت مخلوط افزایشی با نسبت‌های 20% بالنگوی شهری و 100٪ زیره سبز (b_3)، 40% بالنگوی شهری و 100٪ زیره سبز (b_4) و 60% بالنگوی شهری و 100٪ زیره سبز (b_5) به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که زیست‌توده علف‌های هرز در الگوی کشت 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری کم‌تر از کشت خالص بالنگوی شهری بود. بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و شاخص برداشت بالنگوی شهری به کنترل کامل علف‌های هرز در کشت خالص اختصاص داشت. عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری به تولید کم‌ترین زیست‌توده و عملکرد دانه بالنگوی شهری منجر شد و کم‌ترین شاخص برداشت بالنگوی شهری با کشت مخلوط 100 به 40 زیره سبز- بالنگوی شهری در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز به‌دست آمد. نسبت برابری زمین در الگوهای کشت مخلوط بیش‌تر از یک بود. بالاترین نسبت برابری زمین (به‌میزان 1/4) و مجموع ارزش نسبی (به‌میزان 0/94) به کشت مخلوط 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز مربوط بود. کم‌ترین LER و RVT نیز در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز و در الگوی کشت 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری به‌دست آمد. پس می‌توان گفت که کشت مخلوط افزایشی زیره سبز- بالنگوی شهری، به‌ویژه در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، نسبت به تک‌کشتی هر یک از دو گیاه برتری داشته و ضمن ایجاد تنوع و پایداری تولید و مهار علف‌های هرز مزرعه، کارایی استفاده از زمین را نیز افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پایداری زیستی، تداخل، تنوع گونه‌ای، نسبت برابری زمین

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و تخریب منابع طبیعی و به دنبال آن نیاز مبرم به افزایش تولیدات غذایی از مشکلات اساسی دنیای امروز به شمار

1، 2، 3 و 4- به‌ترتیب دانشیار، کارشناس ارشد زراعت، استادان و دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: shafagh.jalil@gmail.com)

Doi: 10.22067/jag.v11i4.61524

می‌روند (Javanshir et al., 2000). از طرفی، وجود تنوع زیستی در سیستم‌های کشاورزی باعث پایداری و تولید گسترده و بهتر محصولات می‌گردد (Banik et al., 2006). به‌طورکلی، سیستم‌های متنوع از ثبات بیش‌تری برخوردار بوده و کم‌تر دستخوش تغییرات قرار می‌گیرند (Vandermeer, 1989). سیستم چندکشتی به‌علت شباهت ساختاری به اکوسیستم‌های طبیعی از نظر تنوع گونه‌ای و پایداری زیستی، مورد توجه اکولوژیست‌ها می‌باشد (Francis, 1986) که در آن از منابع به‌طور کارآمد استفاده شده و به‌دلیل کاهش اثرات سوء عوامل محیطی و هزینه تولید، ثبات اقتصادی کشاورزان تضمین می‌شود (Hashemi-Dezfuli et al., 1996). کشت مخلوط به‌عنوان شاخه‌ای از سیستم‌های چندکشتی و یکی از مؤلفه‌های مؤثر کشاورزی پایدار، ضمن افزایش تنوع بوم‌شناختی و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، استفاده کارآمدتر از منابع، کاهش آفات، افزایش ثبات نظام و تغذیه مطلوب‌تر انسان و دام می‌شود (Mahdavi-Damghani et al., 2006).

افزایش تولید در واحد سطح، به‌دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک، از مهم‌ترین فواید کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌باشد (Banik et al., 2006). تفاوت‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاهان زراعی در کشت مخلوط، عامل مؤثری در افزایش عملکرد محسوب می‌شود. هنگامی که دو گونه از نظر ارتفاع، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت از هم باشند، رقابت کم‌تری بین آن‌ها ایجاد شده و این موضوع سبب افزایش عملکرد کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌شود (Khan et al., 2005). طول دوره رشد دو گونه، نرخ رشد آن‌ها، تراکم کاشت، تفاوت در عمق ریشه‌دهی، نحوه گسترش ریشه‌ها و تراکم ریشه‌ها از عواملی هستند که بر رقابت گونه‌ها در سیستم کشت مخلوط از نظر جذب مواد غذایی، رطوبت و هم‌چنین کارایی استفاده از نهاده‌ها تأثیرگذار می‌باشند (Ghosh et al., 2009). نتایج بررسی‌های رضایی چیانه (Rezaei-Chiyaneh, 2016) نشانگر برتری کشت مخلوط سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به‌دلیل استفاده بهتر از منابع موجود مانند نور، آب و مواد غذایی نسبت به کشت خالص سه گیاه می‌باشد.

یکی از تمهیدات مهم در کنترل علف‌های هرز از دید کشاورزی پایدار، استفاده از کشت مخلوط گونه‌های مختلف زراعی با یکدیگر است (Gomez & Gurevitch, 2005). به حداکثر رساندن پوشش سطح خاک و تنوع گیاهی دو اصل مهم در کنترل بهتر و مؤثرتر علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌باشد (Poggio, 2005). کشت مخلوط با سایه‌اندازی و خفه کردن علف‌های هرز و در برخی موارد به‌دلیل خواص آللوپاتیکی گیاهان زراعی از رشد و گسترش علف‌های هرز جلوگیری می‌کند (Liebman & Dyck, 1993). کنترل علف‌های هرز و کاهش رشد آن‌ها به‌دلیل رقابت گیاهان با علف‌های هرز باعث افزایش تولید در کشت مخلوط می‌شود که از این قابلیت برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها در مدیریت علف‌های هرز استفاده می‌شود (Alizadeh et al., 2009). تغییر در تراکم گیاهان مورد استفاده در کشت مخلوط به تغییر در تعداد و گونه علف‌هرز منجر شده و توان رقابتی آن‌ها را نیز تغییر می‌دهد (Ahmadi & Daraeimofrad, 2016). استفاده از الگوهای مختلف کشت مخلوط در تولید گیاهان دارویی نیز می‌تواند اثرات مثبتی به همراه داشته باشد.

کشت مخلوط زمانی سودمند است که محصول آن بیش‌تر از تک‌کشتی باشد. اضافه عملکرد به‌دست آمده معمولاً به استفاده بهتر از منابع موجود توسط گیاه و اختلاف مورفولوژیکی بین آن‌ها و کم‌تر بودن علف هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت داده می‌شود (Hemaiaty et al., 2002). معیاری که اغلب جهت ارزیابی مزیت کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد، نسبت برابری زمین (LER)[1] است. این نسبت، میزان سطح زمین مورد نیاز در تک‌کشتی برای حصول عملکردی مساوی با کشت مخلوط را توصیف می‌کند (Vandermeer, 1989). نسبت برابری زمین با عوامل متعددی نظیر تراکم، قدرت رقابتی هر یک از گیاهان زراعی در کشت مخلوط، مورفولوژی، دوام رشد گیاه زراعی و عوامل مدیریتی در ارتباط است. علاوه‌بر تأثیر مورفولوژی و ساختار اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط در غالب و مغلوب بودن گونه‌ها، فواصل بین ردیف‌ها و کنترل علف‌های هرز نیز از عوامل مؤثر بر شاخص‌های رقابتی و سودمندی کشت مخلوط هستند (Rajaii et al., 2016). زمانی‌که نسبت برابری زمین کم‌تر از یک است (LER< 1)، کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص مزیتی نداشته و کشت خالص بر کشت مخلوط ارجحیت دارد. اگر این شاخص بیش‌تر از یک باشد (LER>1)، کشت مخلوط مزیت دارد و در تک‌کشتی، زمین بزرگ‌تری برای تولید عملکردی برابر با

1- Land Equivalent Ratio (LER)

کشت مخلوط مورد نیاز است و اگر برابر یک باشد (LER= 1)، میزان تولید در واحد سطح در کشت مخلوط و تک‌کشتی برابر است (Ofori & Stern, 1987; Hashemi-Dezfuli et al., 1996).

امروزه تعیین الگوی کاشت گیاهان زراعی بیش‌تر بر اساس عوامل و عملکرد اقتصادی صورت می‌گیرد. از این‌رو، برای توجیه اقتصادی کشت مخلوط باید ارزیابی آن با مطلوب‌ترین شرایط کشت خالص دو گیاه امکان‌پذیر باشد (Javanshir et al., 2000). شاخص مناسب برای دسترسی به این هدف مجموع ارزش نسبی (RVT)[1] است. اگر RVT بزرگ‌تر از یک باشد، سودمندی کشت مخلوط بیش‌تر از کشت خالص است و اگر مقدار RVT کوچک‌تر از یک باشد، کشت خالص ترجیح داده می‌شود. در صورتی‌که RVT برابر با یک باشد، این دو روش کشت از نظر اقتصادی مزیتی بر یکدیگر ندارند. لازم به ذکر است که اگر LER کوچک‌تر از یک باشد، محاسبه RVT ضرورتی ندارد (Javanshir et al., 2000).

امروزه با مشخص شدن عوارض جانبی و ناخواسته مصرف داروهای شیمیایی، استفاده از گیاهان دارویی مورد توجه قرار گرفته است. رویکرد روزافزون به استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصل از آن، نقش این گیاهان را در چرخه اقتصاد جهانی پررنگ‌تر کرده است. افزایش روزافزون تقاضا برای گیاهان دارویی و هزینه اندک برداشت این گیاهان از طبیعت، روند کاهش ذخایر طبیعی را شتاب بخشیده است. از این‌رو، در حال حاضر کشت گیاهان دارویی و اصلاح واریته‌های مهم و ارزشمند دارویی در رأس برنامه‌های کشاورزی و صنعتی جوامع قرار گرفته است (Omidbaigi, 1995). کشت و تولید گیاهان دارویی و معطر می‌تواند نقش مهمی در افزایش تنوع و پایداری سیستم‌های کشاورزی ایفا کند. در کشورهای توسعه‌یافته گرایش به مصرف گیاهان دارویی سبب شده است تا میزان کشت‌وکار آن‌ها روز به روز افزایش یابد.

بالنگوی شهری یا قَره‌زَرَک (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) گونه‌ای دارویی و ارزشمند از تیره نعناع است که تمام قسمت‌های این گیاه (برگ یا دانه) را می‌توان از لحاظ اقتصادی مورد استفاده قرار داد. مواد مؤثره موجود در بالنگوی شهری عمدتاً از نوع اسانس و موسیلاژ است. با این‌حال، این گیاه به‌طور عمده برای استحصال روغن از دانه کشت می‌شود. بالنگوی شهری حاوی 30 درصد روغن خشک‌شونده با شاخص یدی 163 تا 203 است. با در نظر گرفتن محتوای اسید چرب روغن، به‌ویژه میزان بالای اسید لینولنیک، روغن این گیاه می‌تواند برای اهداف مختلف مورد استفاده قرار گیرد (Ion et al., 2011). زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) هم گیاهی یک‌ساله از تیره چتریان است. قسمت مورد استفاده این گیاه میوه آن است که شامل روغن (هفت درصد)، رزین (13 درصد)، اسانس (2/5 تا چهار درصد) و آلورون است. دانه و اسانس میوه زیره سبز در صنایع مختلف دارویی و غذایی کاربرد دارد. اسانس این گیاه در صنایع آرایشی و بهداشتی (صابون‌سازی، تهیه عطر و ادکلن) نیز استفاده می‌شود (Kafi et al., 2006).

با توجه به اثر علف‌های هرز بر کاهش عملکرد گیاهان مختلف و تأثیر مثبت کشت مخلوط بر کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد نهایی گیاهان و نبود اطلاعات کافی در مورد کشت مخلوط بالنگوی شهری و زیره سبز، این تحقیق با هدف ارزیابی اثر سیستم‌های مختلف کشت مخلوط بر کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد بالنگوی شهری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال 93-1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی کرکج اجرا شد. منطقه مزبور در ارتفاع 1360 متری از سطح دریا با عرض جغرافیایی 38 درجه و پنج دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 46 درجه و 17 دقیقه شرقی قرار گرفته و میزان بارندگی سالانه آن 285 میلی‌متر می‌باشد. بر اساس نقشه‌های هواشناسی، آب‌وهوای منطقه در زمره اقلیم‌های استپی و نیمه‌خشک جهان قرار دارد. میانگین دمای سالانه 10 درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر و حداقل دمای سالانه به‌ترتیب 16/6 و 4/2 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مشخصات خاک منطقه در جدول 1 ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و 10 تیمار اجرا شد. فاکتور اول شامل دو سطح کنترل کامل علف‌های هرز (a_1) و عدم کنترل علف‌های هرز (a_2) و فاکتور دوم پنج سیستم کشت مختلف شامل کشت خالص بالنگوی شهری (b_1)، کشت خالص زیره سبز (b_2) و کشت مخلوط افزایشی با نسبت-های 100 درصد تراکم مطلوب زیره سبز + 20 درصد تراکم مطلوب بالنگوی شهری (b_3)، 100 درصد تراکم مطلوب زیره سبز + 40 درصد تراکم مطلوب بالنگوی شهری (b_4) و 100 درصد تراکم مطلوب زیره

1- Relative Value Total (RVT)

سبز + 60 درصد تراکم مطلوب بالنگوی شهری (b_5) بود. بذر بالنگوی شهری از توده بومی تولید شده در شهرستان کلوانق در استان آذربایجان‌شرقی و بذر زیره سبز از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش

Table 1- Physicochemical characteristics of soil in experimental field

رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	ماده آلی Organic matter (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	هدایت الکتریکی EC ($\mu S.cm^{-1}$)	اسیدیته pH	عمق Depth (cm)
15	20	65	0.76	0.08	61	304	475	7.75	0-30

شخم اولیه توسط تراکتور و تسطیح زمین با لولر به‌ترتیب در پاییز و اسفند سال 1392 انجام گرفت. کرت‌بندی و تفکیک بلوک‌های آزمایش در فروردین سال 1393 صورت پذیرفت. در تاریخ چهارم اردیبهشت ماه و قبل از کاشت بذرها، بر اساس نتایج تجزیه خاک، از کود اوره و سوپر فسفات تریپل به‌ترتیب به‌میزان 43/5 و 108/7 کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کشت بذر زیره سبز و بالنگوی شهری به‌طور هم‌زمان در روزهای ششم تا هشتم اردیبهشت، به‌صورت کرتی و در بستر مسطح و با دست انجام شد. هر کرت آزمایشی با ابعاد 2×1/2 متر، شامل شش ردیف کاشت با فاصله بین ردیف 20 سانتی‌متر بود. فاصله بذر روی ردیف برای زیره‌سبز و بالنگوی شهری به‌ترتیب 10 و حدود یک سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرهای هر دو گیاه در عمقی کم‌تر از سه سانتی‌متر از سطح خاک کاشته شدند. تراکم زیره سبز در تمام تیمارها 120 بوته در مترمربع بود و تراکم بالنگوی شهری بسته به نسبت‌های کشت مخلوط در تیمارهای b_3، b_4 و b_5 به‌ترتیب 100، 200 و 300 بذر در مترمربع و در کشت خالص (b_1) 500 بذر در مترمربع در نظر گرفته شد.

پس از کاشت برای جلوگیری از خشک شدن خاک و اختلال در جوانه‌زنی بذرها، دو آبیاری اولیه هر چهار روز یک‌بار و پس از آن تا پایان فصل رشد، بسته به نیاز گیاه و شرایط آب‌وهوایی منطقه تقریباً هر هفت روز یک‌بار انجام گرفت. کنترل علف‌های هرز در تیمارهای مربوط به وجین، از 19 خرداد سال 1393 هر هفته به‌صورت دستی انجام شد.

نمونه‌برداری از علف‌های هرز کرت‌هایی که علف‌های هرز آن‌ها کنترل نشده بودند، در انتهای فصل رشد و در زمان رسیدگی گیاهان، با استفاده از چهارچوبی به ابعاد 1×1 متر صورت گرفت که در آن کل علف‌های هرز موجود در چهارچوب برداشت شده و به‌مدت 48 ساعت در آونی با دمای 70 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس با ترازوی حساس (با دقت 0/01 گرم) توزین شده و وزن خشک کل علف‌های هرز ثبت گردید.

برای تعیین عملکرد بالنگوی شهری، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، بوته‌های موجود در یک مترمربع از هر کرت برداشت شدند و پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تعیین گردید. شاخص برداشت دانه نیز از نسبت محصول دانه به عملکرد بیولوژیکی به‌دست آمد.

برای تعیین مزیت نسبی کشت مخلوط از نسبت برابری زمین (LER) استفاده شد که با استفاده از معادله 1 محاسبه گردید.

معادله (1) $$LER = (Yij / Yii) + (Yji / Yjj)$$

که در آن، Yii و Yjj: به‌ترتیب عملکرد زیره سبز و بالنگوی شهری در کشت خالص و Yij و Yji: به‌ترتیب عملکرد زیره سبز و بالنگوی شهری در کشت مخلوط می‌باشد. Yij/Yii و Yji/Yjj هم مقادیر نسبی LER هستند که معرف نسبت عملکرد هر یک از گیاهان در کشت مخلوط به کشت خالص آن‌ها است.

مجموع ارزش نسبی (RVT) هم با استفاده از معادله 2 محاسبه شد که شرط استفاده از آن برقراری رابطه $bM_2 < aM_1$ می‌باشد (Vandermeer, 1990).

معادله (2) $$RVT = (aP_1 + bP_2) / aM_1$$

در این معادله، P_1 و P_2: به‌ترتیب عملکرد بالنگوی شهری و زیره سبز در کشت مخلوط، M_1: عملکرد بالنگوی شهری در کشت خالص و a و b: به‌ترتیب قیمت بالنگوی شهری و زیره سبز می‌باشد. در محاسبات مربوط به RVT، قیمت هر کیلوگرم دانه زیره سبز در خرداد سال 1394، 9000 تومان و قیمت هر کیلوگرم بالنگوی شهری 10000 تومان در نظر گرفته شد.

پس از انجام آزمون نرمال بودن خطای داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای

MSTAT-C و SPSS 16 انجام گرفت. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم‌افزار Excel برای رسم شکل‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن خشک علف‌های‌هرز

میانگین وزن خشک علف‌های هرز در سیستم‌های مختلف کشت متفاوت بود (جدول 2). بیش‌ترین وزن خشک علف‌های هرز به کشت مخلوط 100 به 60 و کم‌ترین مقدار به کشت مخلوط 100 به 20 زیره‌سبز- بالنگوی شهری مربوط بود. کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری به کاهش 10 درصدی وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص بالنگوی شهری منجر شد، درحالی‌که وزن خشک علف‌های هرز در الگوی کشت 100 به 40 و 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری به‌ترتیب 13/5 و 39/9 درصد بیش‌تر از کشت خالص بالنگوی شهری بود (شکل 1).

با توجه به اینکه در این بررسی بالنگوی شهری به‌عنوان گیاه فرعی در نظر گرفته شده و تراکم آن در سیستم‌های کشت مخلوط کم‌تر از کشت خالص این گیاه بوده است و از طرفی به‌دلیل جثه کوچک و مورفولوژی خاص گیاه زیره سبز، بالا بودن زیست‌توده علف‌های هرز در سیستم‌های کشت مخلوط قابل انتظار است. به نظر می‌رسد در تراکم بالای بالنگوی شهری در کشت مخلوط (الگوی کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری)، رقابت برون‌گونه‌ای بین بوته‌های زیره سبز و بالنگوی شهری تشدید شده و علف‌های هرز از این فرصت ایجاد شده بهتر استفاده کرده و توانسته‌اند وزن خشک خود را در مقایسه با تراکم پایین بالنگوی شهری در کشت مخلوط (الگوی کشت 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری) یا کشت خالص این گیاه افزایش دهند. از طرفی، تغییر شرایط رطوبتی و میکروکلیمایی خاک در این الگوی کشت، احتمالاً موجب جوانه‌زنی بهتر و افزایش جمعیت علف‌های هرز در مقایسه با سایر الگوهای کشت شده است. به عبارت دیگر، با افزایش تراکم بالنگوی شهری و سایه‌اندازی آن‌ها و بهبود میکروکلیما از نظر رطوبت، جوانه‌زنی و رشد برخی علف‌های هرز تحریک شده و در نهایت، به افزایش وزن خشک علف‌های هرز منجر شده است. هم‌چنین، احتمال دارد که در پلات‌های مورد بحث، بانک زن علف‌های هرز غنی‌تر از سایر تیمارها بوده باشد. به همین دلیل تغییر وزن خشک علف‌های هرز در الگوهای مختلف کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص، از روند خاصی تبعیت نمی‌کند که این ناهماهنگی را می‌توان با غیریکنواختی فراوانی و تراکم علف‌های هرز در مزرعه مرتبط دانست. با وجود بالا بودن زیست‌توده علف‌های هرز در الگوی کشت 100 به 60 و 100 به 40 زیره سبز- بالنگوی شهری (شکل 1)، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه بالنگوی شهری در این دو الگوی کشت به مراتب بیش‌تر از الگوی کشت 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری بود (شکل 2). با توجه به اینکه علف‌های هرز می‌تواند در تغذیه دام مورد استفاده قرار گرفته و یا باعث افزایش ماده آلی خاک شود، با در نظر گرفتن همه معایب زیست‌توده بالای علف‌های‌هرز، این الگوهای کشت به‌دلیل تولید عملکرد بالا قابل توصیه هستند.

در بررسی الگوهای مختلف کشت مخلوط انیسون (*Pimpinella anisum* L.) و بالنگوی شهری بر وزن خشک علف‌های هرز نیز نتایج مشابهی گزارش شده است. به‌طوری‌که الگوی کشت افزایشی 100 به 60 انیسون- بالنگوی شهری دارای بیش‌ترین و الگوی کشت 100 به 20 انیسون- بالنگوی شهری دارای کم‌ترین وزن خشک علف هرز بوده است (Malekzadeh et al., 2017).

عملکرد بیولوژیکی

بین تیمارهای کنترل علف‌های هرز و الگوهای مختلف کشت از نظر عملکرد بیولوژیکی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل این دو فاکتور هم بر عملکرد بیولوژیکی بالنگوی شهری معنی‌دار به‌دست آمد (جدول 3). میانگین عملکرد بیولوژیکی بالنگوی شهری در تمامی الگوهای کشت مخلوط کم‌تر از کشت خالص این گیاه بود. برتری کشت خالص بالنگوی شهری نسبت به الگوهای مختلف کشت مخلوط از نظر عملکرد بیولوژیکی، در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز بیش‌تر بود. به‌طوری‌که در شرایط کنترل کامل علف‌های هرز، عملکرد بیولوژیکی بالنگوی شهری در الگوی کشت مخلوط 100 به 20، 100 به 40 و 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری به‌ترتیب 9/2، 12/6 و 4/9 درصد و در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز به‌ترتیب 28/9، 16/4 و 10/5 درصد کم‌تر از کشت خالص بالنگوی شهری در شرایط مشابه بود.

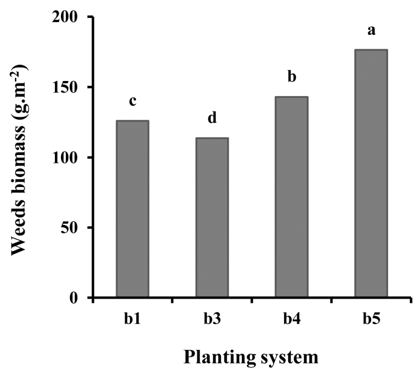
جدول 2- تجزیه واریانس اثر سیستم‌های مختلف کشت مخلوط بالنگوی شهری و زیره سبز بر وزن خشک علف‌های هرز

Table 2- Analysis of variance for weeds biomass affected by different intercropping systems of Dragon's head and cumin

منابع تغییر Sources of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares
تکرار Replication	2	10.23 ^{ns}
سیستم کشت Intercropping systems	4	1714.30 **
خطا Error	8	16.46
ضریب تغییرات CV (%)	---	8.40

ns و ** : به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

^{ns}: not significant, **: significant at $p \leq 0.01$



شکل 1- میانگین وزن خشک علف‌های هرز در سیستم‌های مختلف کشت مخلوط بالنگوی شهری و زیره سبز

Fig. 1- Mean of weeds biomass in different intercropping systems of Dragon's head and cumin

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

Different letters indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ (Duncan test).

b_1: کشت خالص بالنگوی شهری و b_3، b_4، b_5: به‌ترتیب 100 درصد تراکم مطلوب زیره سبز + 20، 40 و 60 درصد تراکم مطلوب بالنگوی شهری

b_1: Sole cropping of dragon's head and b_3, b_4, b_5: 100% cumin + 20, 40 and 60% dragon's head, respectively

هم‌چنین در تمامی سیستم‌های کشت، کنترل کامل علف‌های هرز به افزایش معنی‌دار عملکرد بالنگوی شهری منجر شد. بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی بالنگوی شهری با کنترل کامل علف‌های‌هرز در کشت خالص حاصل شد (290/7 گرم در مترمربع). کم‌ترین مقدار هم به عدم کنترل علف‌هرز در کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری (147/4 گرم در مترمربع) مربوط بود (شکل 2 الف).

معمولاً در کشت مخلوط به‌دلیل افزایش رقابت و کاهش منابع محیطی در دسترس، عملکرد گونه‌های زراعی کم‌تر از کشت خالص آن‌ها می‌باشد. هم‌چنین به‌دلیل بیش‌تر بودن تعداد بوته‌های بالنگوی شهری در کشت خالص، طبیعی به نظر می‌رسد که عملکرد این گیاه در تک‌کشتی بیش از کشت مخلوط آن با زیره سبز باشد. در واقع، با افزایش تراکم بالنگوی شهری عملکرد بیولوژیکی این گیاه نیز افزایش می‌یابد. به همین دلیل است که با وجود بالا بودن زیست‌توده علف‌های هرز در الگوی کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری نسبت به سایر تیمارهای کشت مخلوط (شکل 1)، عملکرد بیولوژیکی بالنگوی شهری در این الگوی کشت از سایر تیمارهای کشت مخلوط بیش‌تر بود (شکل 2 الف).

در بررسی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) هم عملکرد بیولوژیکی گیاهان در کشت خالص و در حالت کنترل علف‌های هرز نسبت به کشت مخلوط بیش‌تر بوده که این امر به افزایش رقابت در کشت مخلوط نسبت داده شده است (Hamzei et al., 2012). گیاه کنجد (*Sesamum*

indicum L.) نیز در کشت مخلوط بـا نخـود، عملکـرد بیولـوژیکی کم‌تری در مقایسه با کشت خالص داشته اسـت (Pouramir et al., 2010).

جدول 3- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سیستم‌های مختلف کشت مخلوط با زیره سبز و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد بالنگوی شهری، نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for dragon's head yield, land equivalent ratio (LER) and relative value total (RVT) affected by weed control and different intercropping systems with cumin

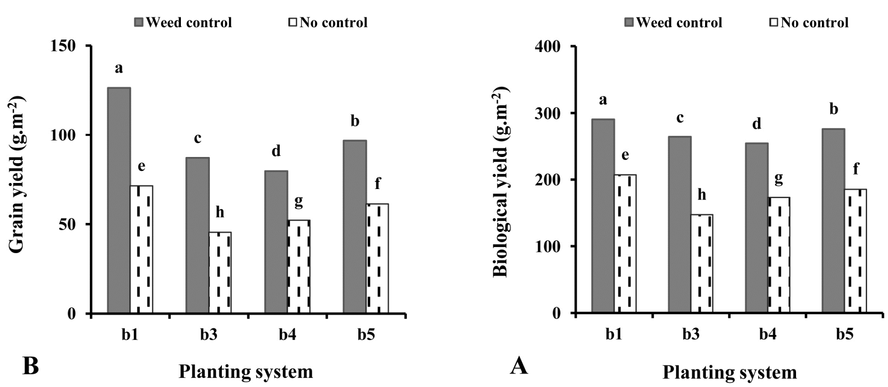
منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares				
		عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	نسبت برابری زمین LER	مجموع ارزش نسبی RVT
تکرار Replication	2	44.2 **	37.7 **	3.9 **	0.015 ns	0.001 *
کنترل علف هرز (A) Weed control	1	51786.2 **	9537.7 **	76.8 **	0.000 ns	0.004 **
سیستم کشت (B) Planting system	3 ❖	2225.5 **	1444.4 **	80.1 **	0.016 ns	0.034 **
A×B	3 ❖	397.9 **	201.3 **	19.8 **	0.217 **	0.025 **
خطا Error	14 ❖	0.315	0.250	0.1	0.007	0.0002
ضریب تغییرات CV (%)	---	0.25	0.64	1.06	6.91	1.97

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns: not significant, *: significant at $P \leq 0.05$, **: significant at $P \leq 0.01$

❖درجه آزادی سیستم کشت، A×B و خطا برای صفات LER و RVT به‌ترتیب برابر 2، 2 و 10 بود.

❖ Degree freedoms (df) of planting system, A×B, and error were 2, 2 and 10 for LER and RVT, respectively.



شکل 2- اثر متقابل کنترل علف‌های هرز و سیستم کشت مخلوط با زیره سبز بر عملکرد بیولوژیکی (الف) و عملکرد دانه (ب) بالنگوی شهری

Fig. 2- Interaction effect of weeds control and intercropping system with cumin on biological yield (A) and grain yield (B) of dragon's head

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

Different letters indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ (Duncan test).

b_1: کشت خالص بالنگوی شهری و b_3، b_4، b_5 به‌ترتیب 100 درصد تراکم مطلوب زیره سبز + 20، 40 و 60 درصد تراکم مطلوب بالنگوی شهری

b_1: Sole cropping of dragon's head and b_3, b_4, b_5: 100% cumin + 20, 40 and 60% dragon's head, respectively

با وجود کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی بالنگوی شهری در الگوی کشت 100 به 20 و 100 به 40 زیره سبز- بالنگوی شهری در مقایسه با کشت خالص بالنگوی شهری (شکل 2 الف)، به‌دلیل مزایای زیاد کشت مخلوط این دو گیاه از جمله کاهش مصرف کود، تولید گیاهی ثانوی با قابلیت مصرف چندمنظوره (دانه، روغن، موسیلاژ، علوفه-دارو، کاهش فرسایش و ...) در کنار زیره سبز و افزایش درآمد کشاورز (به‌دلیل سود حاصل از کشت گیاه زیره + بالنگو)، کشت مخلوط این دو گیاه هم‌چنان می‌تواند در مقایسه با کشت خالص هر یک از گیاهان برای کشاورز سودآور باشد. با این‌حال، در الگوی کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری به‌دلیل افت کم‌تر عملکرد بیولوژیکی در مقایسه با کشت خالص بالنگوی شهری، کشاورز ضمن دستیابی به عملکرد و سود بیش‌تر، از مزایای کشاورزی اکولوژیک نیز برخوردار خواهد بود.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج مندرج در جدول 3، عملکرد دانه بالنگوی شهری به طور معنی‌داری تحت تأثیر کنترل علف‌های هرز، سیستم کشت و اثر متقابل کنترل علف هرز × سیستم کشت قرار گرفت. در تمام سیستم-های کشت، عدم کنترل علف‌های هرز به افت معنی‌دار عملکرد دانه بالنگوی شهری منجر شد. با این‌حال اثر افزایشی کنترل کامل علف-های هرز بر عملکرد دانه بالنگوی شهری در کشت خالص این گیاه و کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری بیش از سایر الگوهای کشت بود. به‌طوری‌که عدم کنترل علف‌های هرز در سیستم کشت خالص بالنگوی شهری و کشت مخلوط 100 به 20، 100 به 40 و 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری، به‌ترتیب به کاهش 43/5، 47/7، 34/5 و 36/7 درصدی میانگین عملکرد دانه بالنگوی شهری در مقایسه با کنترل کامل علف هرز در همان الگوی کشت منجر گردید. به عبارتی سیستم تک‌کشتی بالنگوی شهری و کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری در رقابت با علف‌های هرز آسیب‌پذیرتر از سایر الگوهای کشت بودند. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه بالنگوی شهری به‌ترتیب به کنترل علف‌های هرز در کشت خالص (126/4 گرم در مترمربع) و عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری (45/48 گرم در مترمربع) مربوط بود (شکل 2 ب). تشدید رقابت و کاهش منابع مورد نیاز در دسترس، دلیل عمده افت عملکرد گیاهان در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز می‌باشد.

در بررسی حاضر با اینکه بیش‌ترین زیست‌توده علف‌های هرز به سیستم کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری اختصاص داشت (شکل 1)، امّا عملکرد دانه در این الگوی کشت همانند عملکرد بیولوژیکی (شکل 2 الف) بیش از سایر سیستم‌های کشت مخلوط مورد بررسی بود و در شرایط کنترل کامل علف‌های هرز، با وجود تراکم پایین‌تر گیاه بالنگوی شهری در این سیستم نسبت به کشت خالص گیاه، عملکرد دانه در این الگوی کشت در مقایسه با عدم کنترل علف هرز در کشت خالص بالنگو بیش‌تر بود (شکل 2 ب).

در بررسی کشت مخلوط زنیان (*Carum copticum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) نیز عملکرد شنبلیله در کشت خالص بیش‌تر از کشت مخلوط گزارش شده است (Mirhashemi et al., 2009). در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiate* L.) و سیاه‌دانه هم عملکرد دانه این دو گیاه در کشت خالص و شرایط کنترل علف‌های هرز بیش از کشت مخلوط و عدم کنترل علف‌های هرز بوده است (Rezvani-Moghaddam et al., 2009).

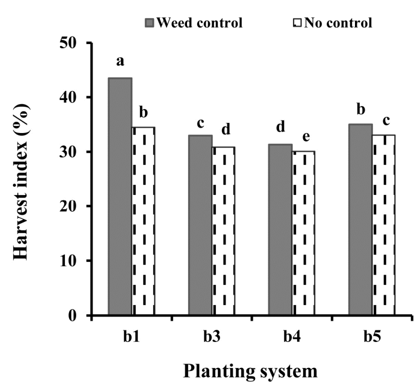
با توجه به نتایج این بررسی اگر هدف زارع کنترل علف‌های هرز باشد، بهتر است از الگوی کشت 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری استفاده کند، ولی اگر هدف برداشت محصول بیش‌تر باشد، در آن صورت الگوی کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری قابل توصیه است و اگر ترکیبی از آن‌ها (عملکرد بالا و کنترل علف هرز) مد نظر کشاورز باشد، کشت 100 به 40 زیره سبز- بالنگوی شهری توصیه می‌شود که در این الگوی کشت، ضمن کنترل علف‌های هرز، عملکرد دانه و زیست‌توده قابل قبولی نیز تولید می‌شود.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشانگر اثر معنی‌دار کنترل علف‌های هرز، سیستم کشت و اثر متقابل کنترل علف‌هرز × سیستم کشت بر میانگین شاخص برداشت دانه است (جدول 3). بیش‌ترین شاخص برداشت بالنگوی شهری به کشت خالص گیاه و کنترل کامل علف‌های هرز اختصاص داشت. کم‌ترین شاخص برداشت هم به عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط 100 به 40 زیره سبز- بالنگوی شهری مربوط بود (شکل 3). در کشت مخلوط نخود و جو،

شاخص برداشت در تیمارهای عدم کنترل علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمار کنترل علف‌های هرز بوده که دلیل آن کاهش بیش‌تر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی در این شرایط گزارش شده است (Seyedi et al., 2011). در بررسی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا نیز برتری شاخص برداشت لوبیا در شرایط کشت خالص و کنترل علف‌های هرز مشاهده شده است (Rostami et al., 2009).

کنترل علف‌های هرز باعث حذف رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز می‌شود، بنابراین گیاه می‌تواند از نور و منابع در دسترس بهره بیش‌تر و بهتری برده و عملکرد اقتصادی خود را افزایش دهد. تغییرات شاخص برداشت به اثر عوامل مورد بررسی بر بخش هوایی گیاه و اندام اقتصادی مورد نظر بستگی دارد. به‌طوری‌که اگر اندام اقتصادی، دانه باشد و اثر مثبت عوامل مورد بررسی بر عملکرد دانه کم‌تر و یا بر عملکرد بیولوژیکی بیش‌تر باشد، در این حالت به کاهش شاخص برداشت منجر می‌شود. در تمام سیستم‌های کشت مورد بررسی، شاخص برداشت در تیمارهای عدم کنترل علف هرز به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمارهای کنترل کامل علف هرز بود (شکل 3) که دلیل آن کاهش بیش‌تر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی در این شرایط می‌باشد (شکل 2). افت عملکرد دانه بالنگوی شهری در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز در کشت خالص بیش‌تر از عملکرد بیولوژیکی و سایر تیمارهای کشت مخلوط بود (شکل 2)، از این‌رو به‌دلیل اثر منفی و کاهشی بیش‌تر علف‌های هرز بر عملکرد دانه بالنگوی شهری در کشت خالص، افت شاخص برداشت در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز در کشت خالص بیش‌تر از سیستم‌های کشت مخلوط بود. بر اساس نتایج این تحقیق، اگر برداشت دانه بالنگوی شهری و استفاده از کاه و کلش آن به‌عنوان علوفه در اولویت باشد، الگوی کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری پیشنهاد می‌شود. ولی اگر هدف اصلی کشاورز کنترل علف‌های هرز زراعت زیره سبز باشد، الگوی کشت 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری قابل توصیه است که ضمن کنترل علف‌های‌هرز مزرعه، عملکرد قابل قبولی از گیاه بالنگوی شهری نیز عاید کشاورز خواهد شد.



شکل 3- تغییرات شاخص برداشت بالنگوی شهری در سیستم‌های مختلف کشت مخلوط با زیره سبز در شرایط کنترل کامل و عدم کنترل علف‌های هرز

Fig. 3- Changes in harvest index of dragon's head in different intercropping systems with cumin under weed control and weedy conditions

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

Different letters indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ (Duncan test).

b_1: کشت خالص بالنگوی شهری و b_3، b_4، b_5 به‌ترتیب 100 درصد تراکم مطلوب زیره سبز + 20، 40 و 60 درصد تراکم مطلوب بالنگوی شهری

b_1: Sole cropping of dragon's head and b_3, b_4, b_5: 100% cumin + 20, 40 and 60% dragon's head, respectively

نسبت برابری زمین (LER)

نسبت برابری زمین در الگوهای کشت مخلوط مورد بررسی (به‌جز کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز) بالاتر از یک بود که این امر نشانگر برتری کشت مخلوط بالنگوی شهری و زیره سبز نسبت به کشت خالص هر یک از آن‌ها است. بیش‌ترین LER به عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری با میانگین مقدار 1/42 تعلق داشت. یعنی در صورت عدم کنترل علف‌های هرز،

برای دست‌یابی به عملکردی مشابه با یک هکتار کشت مخلوط 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری، 1/42 هکتار زمین در کشت خالص لازم است. کم‌ترین LER نیز به عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری با میانگین مقدار 0/96 مربوط بود (جدول 4).

استفاده از کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد حاصل از آن، از حداکثر محصول تک‌کشتی بیش‌تر باشد. اضافه عملکرد به‌دست آمده را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلاف مورفولوژیکی بین آن‌ها و کنترل بهتر علف هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت داد (Hemayati et al., 2002). در این تحقیق هر دو گونه گیاهی به‌طور جزئی تحت تأثیر منفی کشت مخلوط قرار گرفتند، یعنی عملکرد هر یک از آن‌ها در کشت مخلوط کم‌تر از کشت خالصشان بود، با این حال این دو گیاه در کشت مخلوط، کاهش عملکرد یکدیگر را جبران کرده و مجموع عملکردی بیش‌تر از کشت خالص هر یک تولید نموده‌اند. از این‌رو نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط بیش‌تر از یک بود که این امر برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هر یک از گیاهان را نشان می‌دهد. اختلاف در ساختار ریشه، توزیع کانوپی و احتیاجات غذایی گیاهان در کشت مخلوط می‌تواند علت این کارآمدی باشد. همان‌طور که در جدول 4 مشاهده می‌شود در شرایط کنترل کامل علف‌های هرز با افزایش تراکم بالنگوی شهری نسبت برابری زمین کاهش یافت، در صورتی‌که در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، افزایش تراکم بالنگوی شهری با بهبود LER همراه بود که این امر نشانگر کارایی بیش‌تر کشت مخلوط این دو گیاه در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز می‌باشد. در بررسی کشت مخلوط زیره و نخود هم نسبت برابری زمین در حضور علف‌های هرز به‌مقدار 29 درصد نسبت به کشت خالص افزایش داشته است. بنابراین، می‌توان اظهار داشت که کشت مخلوط یکی از راه‌کارهای کنترل زراعی و بیولوژیکی علف‌های هرز بوده و نیاز به استفاده از مواد شیمیایی و نیروی کارگری را کاهش می‌دهد (Abbasi-Alikamar et al., 2006). در کشت مخلوط ذرت با سبزیجات هم میزان LER، 1/77 بوده و به‌دلیل پوشش بهتر زمین، علف‌های هرز بهتر کنترل شده‌اند (Makinde et al., 2009).

جدول 4- مقایسه میانگین نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی بالنگوی شهری در الگوهای مختلف کشت مخلوط با زیره سبز در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز

Table 4- Mean comparisons for land equivalent ratio (LER) and relative value total (RVT) of dragon's head in different intercropping with cumin under weed control and weedy conditions

تیمارها Treatments		معیارهای ارزیابی کشت مخلوط Assessing the criterion of intercropping	
تیمار علف‌هرز Weed treatment	سیستم کشت Cropping system	نسبت برابری زمین LER	مجموع ارزش نسبی RVT
کنترل کامل weed control	100_C:20_L	1.37 a*	0.802 b
	100_C:40_L	1.13 b	0.714 c
	100_C:60_L	1.07 bc	0.816 b
عدم کنترل weedy	100_C:20_L	0.96 c	0.685 d
	100_C:40_L	1.16 b	0.793 b
	100_C:60_L	1.42 a	0.940 a

C: Cumin; L: Lallemantia

C: زیره سبز؛ L: بالنگوی شهری

* حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

* Different letters indicate a significant difference at $P \leq 0.05$ (Duncan test).

مجموع ارزش نسبی (RVT)

مجموع ارزش نسبی، کشت مخلوط را از نظر ارزش مالی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در این تحقیق بالاترین RVT (به‌میزان 0/940) به عدم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری و کم‌ترین مقدار (به‌میزان 0/685) به عدم کنترل علف‌های هرز در الگوی کشت 100 به 20 زیره سبز- بالنگوی شهری تعلق داشت. در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مشهودتر بود. در شرایط کنترل کامل علف-

های هرز افزایش نسبت بالنگوی شهری به‌میزان 40 درصد به کاهش مجموع ارزش نسبی منجر شد، در حالی که در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، افزایش تراکم بالنگوی شهری با بهبود معنی‌دار RVT همراه بود. با این حال، در هیچ یک از تیمارهای کشت مخلوط این شاخص بالاتر از یک نبود (جدول 4). به عبارتی الگوهای کشت مخلوط بررسی شده نسبت به کشت خالص، افزایشی در درآمد ناخالص ایجاد نکرده‌اند. به نظر می‌رسد اگر بالنگوی شهری به‌عنوان گیاه اصلی در نظر گرفته می‌شد، کشت مخلوط این دو گیاه می‌توانست با افزایش درآمد اقتصادی همراه باشد که این موضوع باید در تحقیقات آتی بیش‌تر بررسی شود.

نتیجه‌گیری

بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و شاخص برداشت بالنگوی شهری با کنترل کامل علف‌های هرز در کشت خالص حاصل شد. در میان الگوهای کشت مخلوط هم بیش‌ترین مقدار صفات مزبور در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز به کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری مربوط بود. با توجه به اینکه در این بررسی بالنگوی شهری گیاه همراه بوده و تراکم آن در کشت خالص و کشت 100 به 60 زیره سبز- بالنگوی شهری بیش از سایر الگوهای کشت مخلوط بود، بالا بودن عملکرد در این شرایط دور از انتظار نبود. هم‌چنین نسبت برابری زمین در تمامی الگوهای کشت مخلوط مورد بررسی بیش‌تر از یک بود که این امر نشانگر برتری کشت مخلوط بالنگوی شهری و زیره سبز نسبت به کشت خالص آن‌ها است. در مجموع، کشت مخلوط افزایشی زیره سبز- بالنگوی شهری ، به‌ویژه در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، نسبت به تک‌کشتی هر یک از دو گیاه برتری داشت و ضمن ایجاد تنوع و پایداری تولید و مهار علف‌های هرز مزرعه، کارایی استفاده از زمین را نیز افزایش داد.

References

Abbasi-Alikamar, R., Hejazi, A., Akbari, G.A., Kafi, M., and Zand, E., 2006. Study on different densities of cumin and chickpea intercropping with emphasis on weed control. Iranian Journal of Field Crops Research 4(1): 83-94. (In Persian with English Summary)

Ahmadi, A.R., and Daraeimofrad, A.R., 2016. Weed control efficiency of wild safflower (*Carthamus oxyacanthus* M. Bieb) in replacement series technique of barley (*Hordeum vulgare* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.). Journal of Agroecology 8(3): 385-396. (In Persian with English Summary)

Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri-Mahallati, M., 2009. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseoluse vylgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 541-553. (In Persian with English Summary)

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S., 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24(4): 325-332.

Francis, C.A., 1986. Introduction: distribution and importance of multiple cropping. In: C.A. Francis (Ed.). Multiple Cropping Systems. Macmillan Publishing Co., New York, p. 1-20.

Ghosh, P.K., Tripathi, A.K. Bandyopadhyay, K.K., and Mana, M.C., 2009. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean-sorghum intercropping system. European Journal of Agronomy 31: 43-50.

Gomez, P., and Gurevitch, J., 2005. Weed community responses in a corn-soybean intercrop. Applied Vegetation Science 1(2): 281-288.

Hamzei, J., Seyedi, M., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M.A., 2012. The effect of additive intercropping on weed suppression, yield and yield component of chickpea and barley. Journal of Crop Production and Processing 2(3): 43-56.

Hashemi-Dezfuli, A., Koocheki, A., and Banaian-Aval, M., 1996. Increasing crop yield. Ferdowsi University of Mashhad Publications, Mashhad, Iran. (In Persian)

Hemaiaty, S.S., Siadat, S.A., Hemaiaty, F.S., Valizadeh, M., and Fathi, G., 2002. Evaluation of two corn cultivars under mix-cropping system using different plant densities. The Scientific Journal of Agriculture 25(1): 73-88. (In Persian with English Summary)

Ion, V., Basa, A.G., Sandoiu, D.I., and Obrisca, M., 2011. Results regarding biological characteristics of the species *Lallemantia iberica* in the specific conditions from south Romania. Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A. 54: 275-280.

Javanshir, A., Dabbagh-Mohammadi-Nassab, A., Hamidi, A., and Gholipour, M., 2000. The ecology of intercropping (Translation). Publication of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 224 p. (In Persian)

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M., 2006. Cumin (*Cuminum cyminum*): Production and Processing. New Hampshire, USA, Science Publishers, 168 p. (In Persian)

Khan, M., Khan, R.U., Wahab, A., and Rashid, A., 2005. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of chickpea, lentil and rapeseed in different proportions. Pakistan Journal of Agricultural Sciences 42(3-4): 1-3.

Liebman, M., and Dyck, E., 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecological Applications 3:92-122.

Mahdavi-Damghani, A., Koocheki, A., and Zand, A., 2006. Design and management of ecosystems in sustainable agriculture. 9th Iranian Crop Sciences Congress, 27-29 August, University of Tehran, Iran. (In Persian)

Makinde, E.A., Ayoola, O.T., and Makinde, E.A., 2009. Intercropping leafy greens and maize on weed infestation, crop development, and yield. International Journal of Vegetable Science 15(4): 402-411.

Malekzadeh, M., Shafagh-Kolvanagh, J., Zehtab-Salmasi, S., Nasrollahzadeh, S., and Dabbagh-Mohammadi-Nasab, A., 2017. Yield and yield components of lallemantia (*Lallemantia iberica* Fisch. Mey) intercropped with anise (*Pimpinella anisum* L.) under weed infestation. Agricultural Science and Sustainable Production 27(2): 183-195. (In Persian with English Summary)

Mirhashemi, S.M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M., 2009. Evaluation benefit of ajowan and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 259-269. (In Persian with English Summary)

Ofori, F., and Stern, W.R., 1987. Cerel – legume intercropping systems. Advances in Agronomy 40: 41-90.

Omidbaigi, R., 1995. Production and Processing of Medicinal Plants. Volume I, 1st edition, Fekr-e-ruz Publications, 283 p. (In Persian)

Poggio, S.L., 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.

Pouramir, F., Koocheki, A., Nassiri-Mahallati, M., and Ghorbani, R., 2010. Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 8(5): 747-757. (In Persian with English Summary)

Rajaii, M., Dahmardeh, M., Khammari, I., and Mousavi Nik, S.M., 2016. Evaluation effect of density and weeds control in corn (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* L.) intercropping by competition indices. Journal of Agroecology 7(4): 473-484. (In Persian with English Summary)

Rezaei-Chiyaneh, E., 2016. Evaluation of quantitative and qualitative traits of black cumin (*Nigella sativa* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) in different intercropping patterns with bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agroecology 8(2): 263-280. (In Persian with English Summary)

Rezvani-Moghaddam, P., Raoofi, M.R., Rashed-Mohassel, M.H., and Moradi, R., 2009. Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) - black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system. Journal of Agroecology 1(1): 65-79. (In Persian with English Summary)

Rostami, L., Mondani, F., Khuramdel, S., Koocheki, A., and Nassiri-Mahallati, M., 2009. Effect of various corn and bean intercropping densities on crop yield and weed populations. Weed Research Journal 1(2): 37-50. (In Persian with English Summary)

Seyedi, M., Hamzei, J., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M.A., 2011. The evaluation of possible of replacement intercropping chickpea and barley in Hamedan zone: with emphasis on grain yield and weed control. 1st National Conference Modern Topic in Agriculture, 2 November, Islamic Azad University, Saveh Branch, Iran. (In Persian with English Summary)

Vandermeer, J., 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 237 p.

Vandermeer, J., 1990. Intercropping. In C.R. Carroll, J.H. Vandermeer and P. Rosset (Eds.). Agroecology. McGraw–Hill, New York, p. 481-516.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.4, Winter 2020, p. 1497-1510

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 4، زمستان 1398، ص 1510-1497

Effects of Intercropping on Weeds Control and Dragon's Head (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) Yield

J. Shafagh-Kolvanagh[1*], A. Dalayi-Milan[2], S. Zehtab-Salmasi[3], Y. Raei[3] and S. Dastborhan[4]

Submitted: 02-01-2017
Accepted: 07-04-2018

Shafagh-Kolvanagh, J., Dalayi-Milan, A., Zehtab-Salmasi, S., Raei, Y. and Dastborhan, S. 2020. Effects of intercropping on weeds control and dragon's head (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) yield. Journal of Agroecology. 11 (4): 1497-1510.

Introduction

Intercropping is one of the most common practices used in sustainable agricultural systems which have an important role in increasing the productivity and stability of yield in order to improve resource utilization and environmental factors. Intercropping is an option for reducing weed problems through non-chemical methods. Dragon's head (*Lallemantia iberica* Fish. et Mey.) is an annual herb from the Lamiaceae family. This plant mainly cultivated for its grains that contain about 30% (even 35-38%) siccative oil with iodine value between 163 and 203, which is used in foods, but especially in dye and varnish industry. Despite the positive effects of intercropping on weed control and the increment in crop yield and the very important role of dragon's head in sustainable agriculture in arid and semi-arid regions of Iran, information on the effects of these factors on this medicinal plant is scarce. Therefore, in this research, the effect of cumin-dragon's head additive intercropping in the improvement of the dragon's head yield and weed control was investigated.

Materials and Methods

To evaluate the effect of cumin and dragon's head additive intercropping on weed control and yield of dragon's head, a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was carried out at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran in 2014. Treatments were two levels of weed control (complete control and no weed control) and sole cropping of two crops as well as three additive intercropping ratios including of 100% cumin + 20% dragon's head, 100% cumin + 40% dragon's head, 100% cumin + 60% dragon's head. At the maturity time, plants of 1 m^2 in the middle part of each plot were harvested and biological yield, grain yield per unit area as well as harvest index of dragon's head were determined. Land equivalent ratio (LER) and relative value total (RVT) were used to quantify the efficiency of the intercropping treatments.
Data were analyzed by MSTAT-C requires and SPSS 16 softwares and the means were compared using Duncan multiple range tests at $p \leq 0.05$. Excel software was used to draw figures.

Results and Discussion

The effect of planting pattern was significant on the dry weight of weeds. Intercropping of 100% cumin + 20% dragon's head had the lowest weed biomass. The highest biological and grain yields of dragon's head under weedy and weed-free conditions were obtained from the monoculture of the dragon's head. However, among different intercropping treatments, the highest biological and grain yields of dragon's head were related to 100% cumin + 60% dragon's head in both conditions of weed treatment. The maximum harvest index was also recorded for monoculture of dragon's head under weed-free conditions. The land equivalent ratio was more than 1 in intercropping patterns (LER>1) that shows the positive effect of intercropping on yield. Although weed biomass in 100% cumin + 60% dragon's was higher than that other planting patterns, the maximum LER (1.42) based on seed yield were observed in this planting system under weedy condition. In weed-free conditions, increasing of dragon's head density reduced LER, while in the weedy conditions, the increment in dragon's head density was associated with improved LER, indicating the higher efficiency of intercropping of these two plants under no weed control conditions.

Conclusion

1, 2, 3 and 4- Associate Professor, Former M.Sc. student in Agronomy, Professor and Ph.D. in Crop Physiology, Department of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: shafagh.jalil@gmail.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i4.61524

The results of this research showed that the combination of 100% cumin + 60% dragon's head, especially under weedy condition, was the superior treatment, because of the highest land equivalent ratio (1.42). In general, intercropping of cumin and dragon's head, especially 100% cumin + 60% dragon's head, is recommended for the creation of variety and production stability and increasing land-use efficiency under weedy condition.

Keywords: Intercropping, Interference, *Lallemantia iberica*, Land equivalent ratio, Yield